Lane Medical Library

Die

pneumatische Therapie der Respirationskrankheiten.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

VORGELEGT DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

UND ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

am 16. December 1878

VON

Benjamin Idelsohn,
aus Keidany in Russland.

OPPONENTEN:

J. G. Blanco, Dr. med.
G. Eliasberg, Dr. med.
B. Hentschel, Dr. med.

BERLIN

BUCHDRUCKEREI VON GUSTAV LANGE (PAUL LANGE)
Friedrich-Strasse 103.

Seinem

theuren Bruder **Elias**

in Liebe gewidmet

vom

Verfasser.

Geschichte.

Die Wirkung des verschiedenen Luftdruckes auf den menschlichen Organismus war durch die Taucherglocke einerseits, und durch die hochgelegenen Orte und Luftballons andrerseits, in der Wissenschaft schon längst bekannt. Der Gedanke nun, die Natur nachzuahmen und mit ihrer Waffe gegen sie zu streiten, lag nahe, und so hören wir auch 1664 einen englischen Arzt, Dr. Henshaw, von dieser Idee ausgehend, erzählen, dass vermittelst einer von ihm getroffenen mechanischen Vorrichtung die Luft in „Domicilium" je nach Bedarf verdichtet oder verdünnt werden kann. Bei Empfehlung seiner Erfindung sagt er unter Anderem: „Sie kann zur Erleichterung der Respiration und Expectoration vorgeschlagen werden, mithin als vortreffliches Prophylacticum gegen Lungenerkrankungen; und jedweder Nutzen, den Luftwechsel in verschiedenen Krankheiten zu leisten vermag, wird auch durch den Gebrauch des „Domicilium" erreicht"[1]).

Dies fand jedoch, wie es scheint, keinen Anklang in der practischen Welt und gerieth wieder ganz in Vergessenheit. Nur hin und wieder kamen dann Berichte über Beobachtungen in den Taucherglocken, bis endlich im Jahre 1834 Theodor Junod der Pariser Academie eine Abhandlung über einen pneumatischen Apparat und die mit demselben von ihm angestellten physiologischen Versuche einreichte. Von diesem unabhängig erfand ein Physiker Emil Tabarie einen ähnlichen Apparat, mit

[1]) Vivenot: Zur Kenntniss der physiologischen Wirkung und Anwendung der verdichteten Luft, p. 4.

welchem nach Belieben die Luft comprimirt oder rareficirt werden kann, und über dessen Construction und physiologische Wirkung er 1838 der Pariser Academie berichtete und zugleich über 49 Fälle von Krankheiten der Respirationsorgane Mittheilung machte, die durch comprimirte Luft geheilt worden waren.

In demselben Jahre berichtete Ch. G. Pravaz von einem schon 1836 in seiner Heilanstalt zu Lyon errichteten pneumatischen Apparate, welchen er an Kranken erprobt und dabei sehr günstige Erfolge erzielt hatte. Von Frankreich verbreitete sich diese neue Heilmethode über ganz Europa und wurde in den sogenannten pneumatischen Cabineten zur Anwendung gebracht.

Wenn diese Methode aber auch grossen Erfolg aufzuweisen hatte, so hörte das gebildete ärztliche Publikum doch nicht auf, nach einem andern den Erfordernissen unserer Wissenschaft mehr entsprechenden Heilverfahren zu forschen. Jgnaz Hanke[2]) war der erste, welcher im Jahre 1870 auf die Idee der localen Anwendung der verdichteten und verdünnten Luft auf die Lungen kam und zu diesem Zwecke auch den ersten transportablen Apparat construirte.

Dadurch war der erste kräftige Impuls zu den Leistungen auf diesem segensreichen Gebiete gegeben, die nacher in grosser Zahl von verschiedenen anderen Forschern gemacht wurden, indem sie die bisherigen Methoden verbesserten und neue erfanden.

Die transportablen Apparate sind in allen Hinsichten den pneumatischen Cabineten überlegen. Da in den letzteren sich der ganze Körper des Kranken befindet, so wirkt die comprimirte Luft nicht nur auf das Innere der Lungen, sondern auch gleichzeitig auf die ganze Fläche des Brustkorbes und die ganze Oberfläche des

[2]) Ein Apparat zu künstlicher Respiration und dessen Anwendung zu Heilzwecken. Wien 1870. 29 Seiten.

Körpers, und ausserdem findet auch die Ausathmung des Kranken in comprimirte Luft statt; und an uns tritt die Fraga heran: Warum sollen denn gerade die Lungen unter dem erhöhten Luftdrucke im Cabinet erweitert werden? Von dieser ungenügenden Kenntniss überzeugt, haben dann auch in neuerer Zeit die eifrigsten Vertheidiger der pneumatischen Cabinete die mechanische Wirkung derselben auf die Lungen verlassen und zu anderen physiologischen Erklärungen ihre Zuflucht genommen. So meint Liebig[3]), dass die Wirkung der pneumatischen Cabinete auf gewisse Krankheiten darin zu suchen sei, dass durch den erhöhten Druck mechanisch dem Blute relativ mehr Sauerstoff zugeführt wird und dass der mechanische Druck auf die Körperoberfläche den Rückfluss des Blutes nach dem Herzen befördert und zugleich einen Druck auf die Capillaren der Haut ausübt. Auch Lange[4]) und Waldenburg[5]) meinen, dass es sich hier um eine vermehrte Sauerstoffaufnahme handle. Die Wirkung ist somit keine reine, es kommen noch andere, vielleicht gar unerwünschte Wirkungen hinzu, ein Umstand, der den Werth eines Heilmittels sehr herabsetzt. Ausserdem macht der hohe Preis und die Immobilität die Benutzung derselben unbequem und beschränkt. Dies Alles wurde bei den transportablen Apparaten mit einem Schlage beseitigt. Dieselben wirken hauptsächlich mechanisch, local und direct allein entweder auf die In- und Expiration und sind leicht beweglich, bequem und billig.

Die Apparate.

Auf eine ausführliche Erörterung der Construction der transportablen Apparate müssen wir aus naheliegenden

3) Der Gasaustausch in den Lungen unter dem erhöhten Luftdruck in der pneumatischen Kammer.

4) Der pneumatische Apparat.

5) Die pneumatische Behandlung der Respirations- und Circulationskrankheiten. Berlin 1875.

Gründen verzichten; wir setzen diese wie ihre Handhabung als bekannt voraus und wollen deshalb hier nur in aller Kürze der am meisten gebräuchlichen Apparate Erwähnung thun.

Der erste Apparat war, wie wir schon erwähnten, der von Hanke. Derselbe litt aber nach Waldenburg unter Anderm hauptsächlich an zwei Mängeln: 1) Wirkung mit einem unconstanten Factor, 2) geringe Kraftentfaltung. Waldenburg construirte darauf einen neuen transportablen Apparat, bei welchem die oben erwähnten Mängel beseitigt sind, und der auf dem Princip des Hutchinson'schen Spirometers beruht, d. h. auf zwei in einander gestürzten Cylindern, von welchen der innere mittelst Gewichten bewegt wird. Nach diesem Schema sind gebaut die Apparate von Schnitzler[6]), Fränkel[7]) und Biedert's[8]) Rotationsapparat. Die Apparate von Störk[9]) und Treuteler[10]) beruhen auf einem ganz anderen Princip, nämlich darauf, dass bei ihnen die Druckwirkung durch eine Wasserniveau-Differenz in zwei miteinander communicirenden Gefässen herbeigeführt wird. Als der vollkommenste und als Ideal aller pneumatischen Apparate muss der in neuester Zeit von Geigel und Mayr construirte Schöpfradventilator[11]) angesehen werden; ausgedehnte Erfahrungen über denselben fehlen jedoch noch. v. Cube[12]) construirte den ersten pneumatischen Doppel-Apparat; nach ihm folgte der Weil'sche[13]) Doppel-Apparat. Diese haben vor den vorhergenannten einfachen Apparaten

---

[6]) Wiener med. Presse 1874. No. 14. 15.
[7]) Sitzungsbericht der Berliner med. Gesellschaft am 21. Jan. 1874.
[8]) Berliner klin. Wochenschrift. 1874. No. 29.
[9]) Wiener med. Wochenschrift 1874. No. 5, 20, 24, 39, 40.
[10]) Ibid. No. 35.
[11]) Deutsch. Arch. f klin. Med. Bd. XVIII. Heft 4, 5.
[12]) Berliner klin. Wochenschrift 1874. No. 4.
[13]) Allg. med. Centralzeitung 1875. N. 19.

den Vorzug, dass sie die Möglichkeit gewähren, alternirend comprimirte Luft einzuathmen, und in verdünnte Luft auszuathmen, und die Compression wie die Rarefication der Luft bei jedem Athemzuge auszuführen.

Allgemeine Vorbemerkungen zur therapeutischen Benutzung der pneumatischen Apparate.

Dieselben können angewandt werden zur:

1) Inspiration comprimirter Luft
2) Inspiration verdünnter Luft
3) Exspiration in verdünnte Luft.[14])

Bei der Inspiration comprimirter Luft wenden wir meistens eine Luftcompression von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck an und steigern dieselbe allmälig bis $^1/_{40}$ Atmosphärendruck; bei schwächlichen Individuen wird von $^1/_{80}$ angefangen und vorsichtig gesteigert. Erlaubt es der Kräftezustand des Patienten, so ist es am besten, die Einathmung stehend vorzunehmen, im gegenwidrigen Falle sitzend oder liegend. Der Kranke athmet möglichst tief, ohne jedoch sich anzustrengen, mit vollständig geöffnetem Munde die comprimirte Luft vom Apparate so lange ein, als er die Inspirationsstellung auszuhalten im Stande ist. Nach einer ausgeführten Anzahl von Athemzügen ist eine kleine Pause vorzunehmen. Das Quantum der in jeder Sitzung zu verbrauchenden comprimirten Luft, das wir[15]) durch die Zahl der Cylinderfüllungen messen, ist verschieden je nach der Lungencapacität. So inspiriren schwächliche Personen mit kleiner vitaler Capacität nur 37,800 Cc. = 1 Cylinder in einer Sitzung, während kräftige Leute mit grosser Lungencapacität das Zwei- bis Dreifache verbrauchen und später diese Quantität noch steigern können.

[14]) Von der Exspiration in comprimirte Luft sehen wir hier ab, da sie keine therapeutische Verwendung hat.

[15]) Bei dem Waldenburg'schen und den ähnlich construirten Apparaten.

Nach dem jedesmaligen Verbrauch des mit comprimirter Luft gefüllten Cylinders wird eine Pause gemacht. Die Dauer jeder Sitzung beträgt ungefähr 15 — 30 Minuten und ist nur einmal täglich vorzunehmen. Ist die Zimmerluft unrein, sei es, dass der Apparat sich im Schlafzimmer des Patienten befindet oder dass sich viele Personen im Zimmer aufhalten, dann kann frische Luft von aussen in den Apparat geleitet werden; man muss jedoch darauf achten, dass die Temperaturdifferenz zwischen der innern und äussern Luft nicht gar zu gross ist.

Die Einathmung verdünnter Luft wird mit ganz geringen Graden der Rareficirung begonnen, weil der Kranke einen sehr grossen Widerstand mit seinen Muskelkräften zu überwinden hat; schwächlichen Personen gelingt dies nur mit grosser Mühe und Anstrengung. Man fängt gewöhnlich mit $^1/_{240}$ an und steigt langsam bis $^1/_{120}$—$^1/_{60}$ Atmosphärendruck, je nachdem der Gesundheitszustand des Patienten es gestattet. Für jede Sitzung ist eine Cylinderfüllung ausreichend. Bei der Ausführung derselben sind die nämlichen Cautelen zu beobachten, wie bei der Einathmung comprimirter Luft; sie differirt nur insofern von jener, dass hier auf die Kräfte des Kranken besondere Rücksicht zu nehmen ist. Ist derselbe nicht im Stande, dieses Experiment stehend vorzunehmen, dann ist es rathsam, von der Anwendung der verdünnten Luft bei demselben ganz abzustehen.

Nach Waldenburg ist es gut, mit der Einathmung verdünnter Luft gleichzeitig die Einathmung comprimirter Luft zu verbinden. Er selbst lässt zuerst comprimirte Luft einathmen und dann die Einathmung verdünnter Luft folgen.

Die Exspiration in verdünnte Luft wird folgendermassen ausgeführt: Nach einer vollführten starken Inspiration atmosphärischer Luft athmet der Kranke dieselbe ruhig und allmälig mit weit geöffnetem Munde in den Apparat wieder aus, und wiederholt diese Mani-

pulation so lange, bis der innere Cylinder vollständig in die Höhe gestiegen ist. Je nach der vitalen Capacität des Kranken kann man den Cylinder wieder sinken lassen und das obige Verfahren von neuem beginnen. Meistens aber werden anfangs nur 1 — 2 Cylinder in einer Sitzung gefüllt, und auf 4 — 6 gesteigert. Ebenso ist es mit dem anzuwendenden Grade der Verdünnung, welcher anfänglich nur $^1/_{60}$ Atmosphärendruck stark zu gebrauchen ist und erst allmälig bis auf $^1/_{30}$ gesteigert werden kann. Bisweilen kommt es vor, dass die Combination der Exspiration in verdünnte Luft mit der Inspiration comprimirter Luft indicirt ist. Waldenburg empfiehlt in diesem Falle mit der letztern anzufangen und nach einer Pause von 15 — 20 Minuten die Exspiration in verdünnte Luft nachfolgen zu lassen. Wird bei diesem Verfahren ein und derselbe Apparat gebraucht, so ist beim Comprimiren der Luft besonders darauf zu achten, dass in demselben keine kohlensäurehaltige Luft mehr vorhanden bleibt, was durch wiederholte Füllung und Entleerung des Cylinders, und am sichersten durch vorsichtiges Aufheben desselben vom Wasserspiegel zu erreichen ist.

Wirkung des combinirten Athmungsverfahrens.

Wir haben dasselbe schon zweimal oben erwähnt, und zwar beide Male nach der Methode von Waldenburg. Dieselbe ist jedoch nicht als die endgültigste zu betrachten; Schnitzler, Hänisch und v. Cube empfehlen mit gleichem Rechte die alternirende Methode, welche darin besteht, dass einer Inspiration comprimirter Luft sogleich eine Exspiration in verdünnte Luft folgt, wozu sich am besten der Doppel-Apparat eignet. Cube[16]) behauptet, die alternirende Methode sei besonders in den Fällen indicirt, wo eine methodische Entfaltung der Lungen zur

[16]) Wiener med. Wochenschrift. 1876. N. 28. 29.

Hebung der durch Krankheiten herabgesetzten Elasticität derselben und eine ergiebige Lungenventilation beabsichtigt werden und empfehle sich hauptsächlich als Prophylacticum gegen Lungenphthise. Als Beleg dafür publicirt er 37 Fälle, welche alle sehr erfolgreich nach dieser Methode behandelt wurden. Auch die Erfahrungen von Hänisch[17]) sprechen für diese Methode, der dieselbe bei bronchiectatischen Cavernen, bei Asthma bronchiale während des Anfalls und bei Pneumonien anwendete und sehr gute Erfolge erzielte.

Verhütung von Ansteckung.

Die wichtige Frage über die Ansteckung ist zuerst von Cube angeregt worden. Es war von vornherein klar, dass bei den einfachen Apparaten jeder Kranke, um Infectionen zu vermeiden, eine besondere Maske haben muss. Wiewohl dies aber auch überall bei Anwendung von einfachen Apparaten der Fall ist, so ist damit doch noch keineswegs festgestellt, dass der Kranke dadurch vollkommen vor Infectionen gesichert ist. Es bleibt noch immer die Möglichkeit bestehen, dass in demselben Apparate, den ein contagiöser Kranker zur Exspiration braucht, contagiöse Stoffe zurückbleiben und auf diese Weise bei der darauffolgenden Benutzung des Apparates zur Inspiration einen andern Kranken inficiren. Um dieser Gefahr vorzubeugen ist es rathsam, niemals syphilitische Kranke oder diphtheritische Kranke mit fötidem Athem oder mit putriden Secreten gemeinsam mit andern Kranken einen und denselben Apparat zur In- und Exspiration gebrauchen zu lassen. Am besten ist es, stets zwei Apparate bei der Hand zu haben, und den einen ausschliesslich zur Inspiration, den andern zur Exspiration anzuwenden. Dass dabei in jedem Falle auf die gewissenhafteste Reinlichkeit

[17]) Deutsches Arch. f. klin. Med. 1874. XIV. 5. 6.

zu achten ist, braucht wohl kaum noch erwähnt zu werden. Endlich kann auch durch Einschaltung einer mit einer desinficirenden Flüssigkeit gefüllten Wulf'schen Flasche eine Ansteckung verhütet werden, da die Contagien beim Passiren dieser Flüssigkeit von derselben getödtet werden.

Inspirationen comprimirter, mit medicamentösen Dünsten gefüllter und erwärmter Luft.

Nach den glänzenden Resultaten, die man mit der Inhalations-Methode erlangt hatte, lag der Gedanke nahe, bei den pneumatischen Apparaten solche Vorrichtungen zu treffen, dass beim Einathmen comprimirter Luft dieselbe mit flüchtigen Medicamenten geschwängert ist und so ausser ihrer mechanischen Wirkung zugleich medicamentös wirkt Hanke war der erste, welcher dieses curative Verfahren empfahl, indem er rieth, Terpentin, Theer oder Abkochungen von verschiedenen Adstringentien oder Expectorantien je nach der Indication dem Wasser des Apparates zuzusetzen Mit der Zweckmässigkeit dieser Methode sind die meisten Autoren, wie Waldenburg. Schnitzler. Biedert u. A. einverstanden, nur dass sie nach dem Vorschlage von Cube[18]) ein anderes Verfahren einschlagen, das in dem Einschalten einer Wulf'schen Flasche zwischen Maske und Apparat, oder in dem Anbringen von Medicamentenhaltern zur Aufnahme der der comprimirten Luft beizumischenden flüchtigen Stoffe besteht. Die gebräuchlichsten dieser Stoffe sind Oleum terebinthinae, aetherische Oele, Jod, Carbolsäure; sie werden in ganz kleinen Dosen angewendet, da die comprimirte Luft die Medicamente mit äusserst heftiger Intensität tief und reichlich applicirt. Domanski[19]) und Biedert haben darauf besonders hingewiesen, und

[18]) Berliner klin. Wochenschrift 1874. N. 4.
[19]) Berliner klin. Wochenschrift 1875. N. 1.

der Letztere hält es deshalb auch für besser, bei vorhandener Indication die Inhalationstherapie zu verordnen. Von aetherischen Oelen giebt man 5 — 6 Tropfen, die Carbolsäure wird nur einprozentig angewendet. Ist die Anwendung erwärmter feuchter Luft indicirt, so kann die Wulf'sche Flasche mit heissem Wasser gefüllt werden.

Hanke empfahl schon, zur Erwärmung der comprimirten Luft das zur Füllung des Apparates dienende Wasser zu erwärmen. Waldenburg räth zu diesem Zwecke, die mit Wasser $^1/_3$ gefüllte Wulf'sche Flasche durch eine Spirituslampe fortwährend zu erhitzen.

Mechanische Wirkung des pneumatischen Apparates.

1. Inspiration comprimirter Luft.

Athmet ein gesunder Mensch nach vorausgegangener forcirter Exspiration comprimirte Luft ein, so verursacht dieselbe ein subjectives Gefühl von starker Zuströmung und von Völle in den Lungen; bei starker Compression Beklemmung, Druck und Schwere in der Brust. Das eingeathmete Luftquantum muss grösser sein als seine vitale Lungencapacität, und um so grösser, je höher der Compressionsgrad ist. Angestellte Messungen von Biedert, Waldenburg und Schnitzler haben ergeben, dass das vermehrte Luftquantum bis 1000 und mehr Cc. betragen kann. Sie fanden diese Zahl, indem sie mittelst ihrer Apparate die Menge der Inspirationsluft nach tiefer und gewöhnlicher Ausathmung unter dem gewöhnlichen atmosphärischen Luftdruck und nach Einathmung comprimirter Luft massen. Wenn wir von diesem Luftüberschuss die Compression abziehen, welche die verdichtete Luft, gesetzt bei $^1/_{40}$ Atmosphärendruck auf die normale Lungencapacität = 4000 Cc.[20]) und die Residualluft =

[20]) Budge, Compendium der Physiologie.

2000 Cc.[21]) ausübt, und folglich $\frac{4000}{40} + \frac{2000}{40} = 150$ Cc. beträgt, so bleibt doch noch ein Plus von 850 Cc. Das Mehr von Luft kann doch nur dadurch Raum im Thorax finden, dass derselbe ausgedehnt wird. Waldenburg hat die Umfangserweiterung des Thorax beim Einathmen comprimirter Luft durch Zahlen festgestellt, und dieselbe übersteigt nach ihm das Maass der gewöhnlichen Excursionen um 3,5. Allerdings ist das Mehr von Luft bei Kranken, bei denen wir dieses therapeutische Verfahren anwenden, z. B. bei Phthisis, Pleuritis, lange nicht so gross, da deren Pleura, Lungen und Thorax nicht so ausdehnungsfähig sind wie bei Gesunden.

Durch die vermehrte Aufnahme von atmosphärischer Luft, also auch Sauerstoff, während der Inspiration comprimirter Luft, durch den stärkeren Druck der neu einströmenden auf die Residualluft muss ein gesteigerter Gasaustausch stattfinden und die Lungenventilation erleichtert und vermehrt werden[22]). Durch längeren Gebrauch der comprimirten Luft bei der Inspiration lässt sich eine bleibende Erweiterung der Lungen und des Thorax erzeugen, die mittelst Messungen des Thoraxumfanges nachgewiesen werden kann. Bei deformem und durch pleuritische Adhaesionen eingezogenem Brustkorbe, bei Phthisikern mit abgeflachter Brust und schwach functionirenden oberen Lungenflügeln kann man im Verlaufe der Behandlung eine stetige Zunahme der Brustwölbung, Erweiterung und Ausgleichung der eingezogenen Seite bemerken: der gedämpfte Percussionsschall schwindet, und statt des geschwundenen oder geschwächten Athmungsgeräusches stellt sich ein vesiculäres Athmen ein.

[21]) Funke, Lehrbuch der Physiologie.

[22]) Ich möchte noch Eins anführen: Aus den Experimenten von Hoppe-Seyler geht hervor, dass je stärker die Spannung der respirirten Gase ist, um so grössere Mengen von denselben, hier also mehr Sauerstoff, im Blute aufgenommen werden.

Bei der Anwendung dieser Methode muss man mit dem anzuwendenden Compressionsgrad vorsichtig sein, da es sehr leicht möglich ist, dass bei zu hoher Steigerung desselben die natürliche Grenze der Lungenelasticität überschritten, die Lunge widerstandslos ausgedehnt wird, ihre Dehnbarkeit verliert, und so ein Emphysem erzeugt wird. Störk meint zwar, dass bei zu grosser Compression die Patienten freiwillig durch Schluss der Glottis die Athmung einstellen und dass dann die comprimirte Luft entweiche. Damit ist jedoch nichts geholfen, denn die Lungen können schon durch den zu hohen Druck übermässig ausgedehnt sein, ohne dass der Patient subjectiv davon etwas wahrnimmt. Wir müssen daher Waldenburg vollständig beistimmen, wenn er vor Uebertreibungen, sowohl im Grade der Compression, als auch in der Dauer der Sitzungen warnt und den Rath ertheilt, Kranken ohne Aufsicht des Arztes nur im Nothfalle den pneumatischen Apparat in die Hand zu geben. Am häufigsten wendet man Compression von nur $^1/_{60}$—$^1/_{50}$, kaum je von $^1/_{40}$ Atmosphärendruck an, je nach dem gegebenen Falle.

Wir sahen vorher, dass bei der methodischen Anwendung der comprimirten Luft die Lungen und der Brustkorb sich ausdehnen und dann in diesem Zustande verharren, d. h. der innere Thoraxraum wird erweitert, er muss folglich ein grösseres Luftquantum einschliessen, oder, was dasselbe sagen will, die vitale Lungencapacität ist erhöht. Diese Erhöhung, welche sich durch kein anderes therapeutisches Verfahren erreichen lässt, kann in günstigen Fällen nach den Beobachtungen von Waldenburg bis über 1000 Cc. betragen und bis zur Norm steigen. Die glänzendsten Resultate liefern, nach übereinstimmender Erfahrung, die Beobachtungen an folgenden Krankheiten: Lungenemphysem mit Bronchitis, Bronchitis, Compression der Lunge durch pleuritische Schwarten und phthisischer Brustbau.

Dass die Steigerung der vitalen Lungencapacität an der Ausdehnungsfähigkeit der Lungen und Thoraxwandungen ihre Grenze findet, und dass wir bei Ueberschreitung derselben Gefahr laufen, ein künstliches Emphysem zu erzeugen, ist selbstverständlich, und es ist uns damit auch zugleich ein Fingerzeig gegeben, die Behandlung einzustellen, sobald die vitale Lungencapacität sich nicht mehr erhöht.

Durch den fortgesetzten Gebrauch der comprimirten Luft zur Inspiration wird die In- und Exspirationskraft bedeutend verstärkt. Waldenburg beobachtete, dass bei Kranken, deren In- und Exspirationskraft sich tief unter der Norm befand, das Pneumatometer nach längerer Anwendung dieser Methode eine Erhöhung der Einathmungskraft von 50—60 Mm. zeigte. Auch alle anderen Beobachter berichten einstimmig das Gleiche. Die Ausathmungskraft erreicht keine solche Höhe, jedoch bleibt sie auch in den meisten Fällen nicht um Erhebliches zurück; ist dieses der Fall, so muss die Behandlung modificirt oder überhaupt ganz eingestellt werden, da dies eine mangelhafte Retraction der Lunge ankündigt und die Entwickelung einer Exspirationsinsufficienz fürchten lässt, die in ein Emphysem übergehen kann.

Als Erklärung für die verstärkte Einathmungskraft giebt Waldenburg die gymnastische Uebung an, welche die Inspirationsmuskeln bei der wiederholten Einathmung comprimirter Luft erfahren, und in Folge dessen sie auch kräftiger agiren müssen. Als einen weiteren Grund nennt dieser Autor den Umstand, dass bei der durch die comprimirte Luft bewirkten Ausdehnung des Thorax die Hindernisse schwinden müssen, welche die Inspirationsmuskeln in ihrer Thätigkeit gestört hatten, und so ihre Kraft gehoben wird. Es ist vielleicht auch möglich, dass durch die Erweiterung des Thorax die Ansatzpunkte des Zwerchfells mehr auseinandergerückt werden und das-

selbe so mehr Spielraum zur Entfaltung seiner Kräfte erhält.

Die Exspirationskraft ist verstärkt, weil mit der weiteren Ausdehnung des Brustkorbes und der Vergrösserung des Elasticitätscoefficienten auch grössere Excursionen ausgeführt werden können, und somit eine verstärkte Kraftentfaltung möglich ist. Knauthe[23]) glaubt dieselbe davon ableiten zu können, dass durch die Einathmung comprimirter Luft die Exspirationsmuskeln und das Lungengewebe sich in beständig erhöhtem Widerstandskampfe befinden.

Wenn wir nun alle bisher aufgezählten, durch die Einathmung comprimirter Luft erzielten Resultate ins Auge fassen, so ergiebt sich mit aller Deutlichkeit, dass ausser einer zeitlichen Verbesserung der Dyspnoë während der Einathmung auch eine nachhaltige Bekämpfung der Dyspnoë erzielt wird. Bekanntlich entsteht die Dyspnoë dadurch, dass ein Theil der Respirationsfläche aus dem Respirationsact ausgeschaltet wird, die normale Sauerstoffzufuhr eine Verminderung erleidet und der Kranke zur Erhöhung der Athmungsfrequenz genöthigt wird, was er durch accessorische Muskelkraft vollführt. Durch unser Verfahren aber sahen wir Thorax und Lunge sich erweitern und grössere Respirationsexcursionen machen, wodurch das Quantum der Respirationsluft sich vermehrt; wir sahen ferner eine Zunahme der Lungencapacität, d. h. eine vermehrte Kohlensäureab- und Sauerstoffzufuhr, und konnten endlich noch ein Wachsen der Inspirationskraft constatiren. Der Kranke braucht also nicht mehr zu den accessorischen Hilfsmitteln seine Zuflucht zu nehmen. Alle diese wichtigen Factoren kommen der Lungenventilation zu gute und arbeiten der Dyspnoë entgegen. Ziehen wir ein Resumé der Wirkungen der comprimirten Luft, so sind dieselben folgende:

[23]) Knauthe, Handbuch der pneumatischen Therapie, p 196.

1) Erhöhung der Lungenventilation,
2) Erweiterung des Thorax und der Lunge,
3) Zunahme der vitalen Lungencapacität,
4) Stärkung der pneumatometrischen Werthe,
5) Besserung oder Aufhebung der Dyspnoë.

2. Inspiration verdünnter Luft.

Bei Einathmung verdünnter Luft ist das eingeathmete Luftquantum kleiner als die vitale Luftcapacität. Je stärker die Verdünnung ist, desto kleiner wird das eingeathmete Luftquantum sein. Wird dieselbe sehr hoch getrieben, so kommen wir endlich an einen Punkt, wo die Inspiration überhaupt nicht mehr möglich ist. Steigern wir die Verdünnung noch mehr, so sistirt die Athmung vollständig, es stellt sich Aspnoë ein, und der Thorax befindet sich in gezwungener Inspirationsstellung. Waldenburg, der diese Methode allein anwendet, und von welchem auch die Beobachtungen darüber herrühren, giebt zur Verständigung dieser Thatsache zwei Erklärungen. Wird verdünnte Luft eingeathmet, so muss der Betreffende den Widerstand der Luftverdünnung überwinden. Dies geschieht nun auf Kosten der Inspirationskraft, es geht also dadurch ein Theil derselben verloren und der Rest von Muskelkraft ist nicht mehr im Stande, den Brustraum bis zu einer äussern Inspirationsstellung zu erweitern. Was die andere Erklärung betrifft, so sagt Waldenburg, dass durch die Einathmung verdünnter Luft auch die Luftdichtigkeit im Thorax stark unter die Norm sinkt, und dadurch die Druckdifferenz zwischen dieser und der äussern atmosphärischen Luft vergrössert wird. Die letztere übt somit einen stärkeren Druck auf die Brustwandungen aus, welchen die Inspirationsmuskeln zu überwinden haben. Erreicht die Druckdifferenz eine solche Höhe, dass sie der Muskelkraft gleich kommt, so wird diese paralysirt und das eingeathmete Luftquantum gleich

Null. Bei niedrigen Graden der Verdünnung wird der untere vordere Abschnitt des Brustkorbes stark eingezogen, und die Fossae supraclaviculares und das Jugulum sinken bemerkbar ein. An diesen Stellen nämlich sind die Wandungen nachgiebiger und schwächer als an den übrigen, knöchernen und schwer eindrückbaren des Thorax; es wird somit hier die Druckdifferenz zwischen der äussern und innern Luft am stärksten zur Aeusserung kommen. Aus dem Vorhergesagten geht hervor, dass durch Einathmung verdünnter Luft der Gasaustausch in den Lungen vermindert und die Lufterneuerung in den Alveolen mangelhaft wird. Es ist also von selbst einleuchtend, dass wir bei einer bestehenden Dispnoë von einer solchen Behandlungsmethode gar keinen Gebrauch machen, selbst bei nicht dyspnoëtischen sehr vorsichtig zu Werke gehen, mit äusserst geringen Graden der Verdünnung beginnen und dieselben nur allmälig steigern werden.

Wird die Inspiration verdünnter Luft anhaltend gebraucht, so werden dadurch die Inspirationsmuskeln, da sie fortwährend einen Widerstand zu überwinden haben, an Kraft gewinnen und stärker functioniren können. Wahrscheinlich wird dadurch auch die Inspirationskraft gehoben. Wir besitzen also in diesem Verfahren ein vortreffliches Mittel, durch welches die Inspirationsmuskeln gymnastisch geübt und gekräftigt werden. Waldenburg konnte in vielen Fällen konstatiren, dass Personen, die im Anfange der Behandlung eine Luftverdünnung von $^1/_{40}$ Atmosphärendruck mit grossem Kraftaufwand ertrugen, unter der Kur allmälig an Kraft zunahmen und endlich im Stande waren, eine Luftverdünnung von $^1/_{120}$—$^1/_{80}$ zu überwältigen, wobei sie dem Apparate Luftquanta von 1000—2000 Cc. entnahmen. Wenn man darauf ausgeht, die verdünnte Luft als Brustgymnastik zu verwenden, so combinirt man dies Verfahren nach Waldenburg mit der Einathmung comprimirter Luft, welche die durch die

verdünnte Luft herabgesetzte Lungenventilation hebt. Die Einathmung verdünnter Luft bewirkt also:

1) Verminderung der Lungenventilation.
2) Stärkung der Inspirationsmuskeln.

3. Exspiration in verdünnte Luft.

Bei der Ausathmung in verdünnte Luft ist das subjective Gefühl vorhanden, als ob der Unterleib nach der Brust hinaufgepresst und diese zusammengedrückt werde. Dieses Gefühl wird am deutlichsten in den seitlichen und vorderen Partieen des Brustkorbes wahrgenommen. Bei hochgradiger Verdünnung tritt eine unangenehme Empfindung von Schmerz und Zusammenschnürung im Thorax ein. Werden Exspirationen in verdünnte Luft ausgeführt, so ist das ausgeathmete Luftquantum stets grösser als das bei gewöhnlicher Ausathmung durch das Spirometer ermittelte Maass der vitalen Capacität. Je grösser der Grad der Verdünnung ist, um so grösser ist auch die ausgeathmete Luftmenge. Dieses Mehr von Luft kann nur von der Residualluft herrühren, und es ist uns also die Möglichkeit gegeben, durch Ausathmenlassen in verdünnte Luft den Lungen nach Belieben einen Theil ihrer Residualluft zu entziehen. Besonders ausgeprägt ist diese Erscheinung bei Emphysematikern, weil bei ihnen die Lunge ihre Elasticität eingebüsst hat und die Residualluft sich in Folge dessen in derselben mehr anhäuft und gewissermassen staut. Die Untersuchungen von Waldenburg haben ergeben, dass demselben 3000–3500 Cc. Residualluft entzogen werden kann.[24]) Es liegt nun auf der Hand, dass wir diese Thatsache zur Diagnose und Prognose des

[24]) Nach Knauthe ist ein Theil davon auf die Expansion, die die in den luftverdünnten Raum des Apparats ausgeathmete Luft erfährt, zu beziehen; die Zahl entspricht nicht ganz dem Volumen der Residualluft, und ist etwas zu hoch angeschlagen. (Knauthe, Handbuch der pneumatischen Therapie. p. 304.)

Emphysems verwerthen werden, da wir von der Grösse der ausgeathmeten Residualluft einerseits auf das Bestehen einer pathologischen Ausdehnung der Lunge schliessen, und andrerseits nach derselben über die Ausdehnbarkeit des Thorax und über die Retractionsfähigkeit der Lunge urtheilen können.

Die Exspiration in verdünnte Luft äussert also ihre Wirkung auf die Respiration nach zwei Richtungen hin; erstens geht in den Lungen ein stärkerer Gasaustausch vor sich, und zweitens retrahiren sich dieselben weit über die Norm hinaus, so dass mehr Kohlensäure entweicht, und eine gleiche Quantität atmosphärischer Luft einströmt. Auf diese verstärkte Sauerstoffzufuhr legt Liebig das grösste Gewicht, und schreibt derselben auch eine hauptsächlich nur chemische Wirkung zu.

Durch lange anhaltende Exspiration in verdünnte Luft können wir bei Emphysem eine bleibende Verkleinerung der Lungen erreichen. Da bei jeder Exspiration die Lunge sich stark retrahirt und bei jeder Inspiration ihr vorheriges Volumen wieder einnimmt, so erfährt sie eine gymnastische Uebung, durch welche sie ihre verlorene Elasticität wieder gewinnt und ein für die Dauer verkleinertes Volumen annimmt, was sich durch die Percussion nachweisen lässt. Auch die Verkleinerung des Thorax hat Waldenburg gemessen. Er fand bei einer Verdünnung von $^1/_{40}$ Atmosphärendruck eine Umfangsabnahme von 2 cm., von $^1/_{24}$ Atmosphärendruck eine solche von 3 cm.

Da bei der Exspiration das Lungenvolumen sich stark verkleinert, während die Grösse der Inspirationsexcursionen dieselbe bleibt, so muss doch die vitale Lungencapacität eine Erhöhung erfahren. Am augenscheinlichsten ist diese Zunahme beim Emphysem. Angestellte Messungen haben ergeben, dass schon nach einer kurzen Zeit der Behandlung die Lungencapacität um mehr als 1000 Cc. steigen kann, was für die Dispnoë von grosser Bedeutung

ist. Respirationsexcursionen werden ausgedehnter, es wird mehr atmosphärische Luft aufgenommen, und es kann eine genügende Decarbonisation des Blutes eintreten.

Pneumatometrische Beobachtungen lassen mit Sicherheit darauf schliessen, dass bei fortgesetztem Gebrauch des in Rede stehenden Verfahrens sowohl die In- wie die Exspirationskraft allmälig wächst, und zwar die letztere mehr als die erstere. Sehr oft ist diese Zunahme so beträchtlich, dass die vorhanden gewesene Exspirationsinsufficienz volikommen schwindet. Die Steigerung des pneumatometrischen Werths der Exspiration kann 80—100 mm., der Inspiration 40 - 60 mm. betragen. Dies ist auch leicht begreiflich, wenn man erwägt, dass durch Ausathmung in verdünnte Luft das Volumen der Lunge für die ruhige Respiration verkleinert wird, und das Zwerchfell dadurch mehr Spielraum zur Entfaltung seiner inspiratorischen Thätigkeit und Kraftäusserung gewinnt. Die Inspiration muss demnach mit grösserer Kraft geschehen. Da ferner, wie wir sahen, die Lungencontractilität zunimmt, so retrahiren die Lungen sich mit viel grösserer Kraft und kommen so den Exspirationsmuskeln bei ihren Contractionsbestrebungen zu Hülfe. Die Exspirationskraft muss folglich gesteigert sein.

Hält man Alles, was wir bis jetzt über die Ausathmung in verdünnte Luft erörtert haben, zusammen, so geht daraus offenbar hervor, dass eine bestehende Exspirationsdyspnoë temporär beseitigt, weil dem Kranken die Möglichkeit gegeben wird, grosse kohlensäurehaltige und sauerstoffreiche Luftquanta einzuathmen, und auch für die Dauer durch verschiedene zusammenwirkende Factoren gebessert werden kann. Durch die bleibende Verkleinerung des Lungenvolumens ist dem Zwerchfell die Möglichkeit entstanden, während der Exspiration in die Höhe zu steigen; es wird somit eine der Ursachen der Emphysematiker-Dyspnoë, der permanente Tiefstand des Zwerch-

fells[25]), aufgehoben. Die Zunahme der Lungencapacität macht grössere respiratorische Excursionen und dadurch eine Vergrösserung der Respirationsfläche möglich. Alle diese Factoren wirken der Dispnoë entgegen und verursachen ihr dauerndes Verschwinden. Die Wirkung der Exspiration in verdünnte Luft besteht also in Folgendem:

1) Beförderung der Lungenventilation,
2) Erhöhung der Lungencapacität.
3) Habituelle Verkleinerung der Lunge,
4) Stärkung der Respirationskraft,
5) Beseitigung der Dyspnoë.

Da bei der therapeutischen Anwendung der pneumatischen Methode auch im Circulationsapparate gewisse mechanische Veränderungen hervorgerufen werden, und diese ihrerseits nicht ohne Einfluss auf die physiologischen wie pathologischen Processe in den Respirationsorganen bleiben können, so weichen wir hier scheinbar von unserm Thema ab und besprechen hier in aller Kürze die Wirkung des pneumatischen Apparates auf das Herz. Die Inspiration comprimirter Luft erhöht den Blutdruck im Aortensystem (gespannter, voller, harter Puls), steigert den Blutzufluss dahin und hemmt den Blutabfluss aus den Venen ins rechte Herz. Durch diese Momente entsteht vermehrte Blutfülle im grossen, verminderte im kleinen Kreislauf[26]). Bei der Inspiration verdünnter Luft wird

[25]) Niemeyer-Seitz, 9. Aufl. Bd. I. p. 121.

[26]) Dieser von Waldenburg, Schnitzler, Störk, Liebig u. A. vertretenen Ansicht steht die von Drossdoff (Centralblatt für med. Wissenschaften, 1875. No 45, 46) und Ducrocq (Recherches expérimentales sur l'action physiologique de la respiration d'air comprimé) gegenüber, nach welchen niedrige und mittlere Grade der Compression ein Sinken des Blutdrucks im Aortensystems und eine Stagnation des Blutes in den Venen verursachen. Auch die sphygmographischen Messungen von Riegel und Frank (Deutsch Archi. f. klin. Med. Bd. XVII 4. S. p. 401—417) haben diese letztere Ansicht bestätigt.

der Blutdruck im Aortensystem vermindert (weicher, kleiner Puls), in den Arterien fliesst ein kleineres Blutquantum, es wird mit grosser Gewalt Blut aus den Venen ins rechte Herz aspirirt, der grosse Kreislauf ist von Blut entladen und der kleine über die Norm erfüllt. Die Exspiration in verdünnte Luft wirkt ebenso, nur in geringerem Maasse.

Therapeutische Anwendung der Inspiration comprimirter Luft.

Wir fanden oben, dass die Einathmung comprimirter Luft den Thorax erweitert, die Lungen entfaltet, die Capacität derselben und die pneumatometrischen Werthe hebt, die Lungenventilation befördert, den Kreislauf in den Lungen beeinträchtigt und das Blut aus denselben verdrängt. [Hier ist es auch am Platze zu erwähnen die von Biedert[27]) gemachte Beobachtung, dass die Einathmung comprimirter (oder die Ausathmung in verdünnte) Luft in acut exacerbirenden chronischen Fällen sehr heftige Reizungserscheinungen verursache, und verglich diese Wirkung mit der eines Reizmittels. Wie dieses wirkt die comprimirte Luft coupirend auf die Bronchialschleimhaut, indem sie die erschlafften Capillaren zur Contraction anregt, die Circulation fördert und die Stase hebt].

Daraus sind die Indicationen für Einathmung comprimirter Luft leicht ersichtlich; diese sind folgende:

Pleuritis, und zwar die in deren Folge entstandenen pleuritischen Schwarten, welche Defformitäten erzeugen und Compressionen verursachen. Bei Anwendung des genannten Verfahrens wölbt sich die eingezogene Stelle allmälig hervor, der Thorax wird ausgedehnt, die Deffor-

[27]) Ueber die pneumatische Methode und den transportablen pneumatischen Apparat. Volkmann's klin. Vorträge. No. 104 (innere Medicin No. 36).

mität schwindet. Nach Herz[28]) soll auch die Resorption des Exsudates befördert werden[29], was auf sehr einfachem Wege zu erklären ist. Die comprimirte Luft übt von innen einen Druck auf die Lungen und den Thorax aus, bewirkt eine Ausdehnung der Schwarte, entfaltet die comprimirten Theile der Lungen und drängt die eingefallene Thoraxseite hervor.

Empyem: Der Eiter wird durch den erheblichen Druck aus der Fistel herausgepresst, den Lungen wird mehr Raum geschafft, sie erweitern sich und die Dyspnoë wird aufgehoben. Waldenburg meint, dass durch die gesteigerte Compression auf die Pleuragefässe auch die Eiterung sparsamer werden kann.

Wir bedienen uns hier meistens eines Atmosphärendrucks von $^1/_{60}$—$^1/_{40}$; die Sitzungen werden täglich zu 30—100 Athemzügen, allmälig steigernd, vorgenommen. Cube[30]) empfiehlt die Lagerung des Kranken auf die gesunde Seite, damit die comprimirte Luft auf die kranke Seite intensiver einwirken kann.

Emphysem: Hier ist die Wirkung der comprimirten Luft nur symptomatisch, indem dieselbe direct eine grössere Menge Sauerstoff zuführt. Die dürftige Inspirationskraft bessert sich, die bestehende Hyperämie und Sekretion der Bronchialschleimhaut wird durch die Compression beschränkt; die comprimirte Luft findet hier also nur Anwendung in Verbindung mit der Ausathmung in

[28]) Ziemssen, Spec. Path., Bd. V. 2. 1. pag. 505.

[29]) Ich möchte für wahrscheinlich halten, dass dies durch die bei dieser Behandlungsmethode erzeugte Steigerung des Blutdruckes im Aortensystem bewirkt wird, und dass diese Methode im gegebenen Falle dieselbe Wirkung äussert wie Digitalis, die wir aus dem angeführten Grunde zur Resorption pleuritischer Exsudate verordnen. Waldenburg, von dieser Idee ausgehend, empfiehlt die Anwendung dieses Verfahrens sogar bei Morbus Brightii, um die Diurese zu befördern.

[30]) Berliner klin. Wochenschrift. 1875. No. 19.

verdünnte Luft, welche curativ das Emphysem heilt. Uebrigens ist vor der schnell alternirenden Anwendung der verdünnten und comprimirten Luft zu warnen, weil durch die schnell abwechselnde Druckdifferenz und die damit verbundene Be- und Entlastung des Herzens leicht gefährliche Ereignisse eintreten können [31].

Atelectase: Vom theoretischen Standpunkte aus ist die Anwendung der comprimirten Luft bei allen Formen dieser Krankheit gerechtfertigt und ein Erfolg in Aussicht gestellt. Bei Lungencollapsus der kleinen Kinder empfiehlt Hanke mit Recht seinen Panzer, da der pneumatische Apparat hier nicht anzuwenden ist.

Lungenhyperämie und besonders Stauungshyperämie: Nach Waldenburg wirkt die comprimirte Luft hier wie ein intrathoracischer Aderlass. Der Blutdruck, die Blutfülle des kleinen Kreislaufs nimmt ab, das Herz arbeitet mit einem geringeren Kraftaufwand, die Lungen werden entlastet; es sind dies Momente, die zur Erleichterung der Beschwerden das Wesentlichste beitragen müssen.

Phthisischer Habitus: Man versteht darunter bekanntlich den „Thorax paralyticus". Derselbe ist in seinem geraden Durchmesser flach und schmal, die Rippen stehen weit auseinander und sind wenig beweglich, die Muskulatur mangelhaft entwickelt. Der Respirationsprocess muss darunter stark leiden; die Excursionsbreite ist gering, die vitale Lungencapacität vermindert, und die geringste Anstrengung verursacht dem Kranken Dyspnoë.

Diese phthisische Anlage ist eine der dankbarsten Objecte für unser in Rede stehendes Heilverfahren. Waldenburg sah in den meisten von ihm behandelten Fällen eine Hebung der vitalen Capacität, ein Kräftigerwerden der Brustmuskulatur und eine Zunahme der Excursions-

---

[31]) Ziemssen, Spec. Path., Bd. V. 2. 1. p. 505.

breite. Der Thorax wurde erweitert, beweglicher, und die pneumatometrischen Werthe wuchsen. Ob wir aber auch dadurch im Stande sind, den Ausbruch der Phthise zu verhüten, lässt sich mit Sicherheit nicht sagen.

Phthisis: Ist schon der destructive phthisische Process eingeleitet, sind Theile der Lungen bereits obstruirt und verdichtet, dann sind unsere therapeutischen Erfolge mit der comprimirten Luft viel bescheidener. Aber es lässt sich trotzdem noch immer sehr viel erreichen, um das Lungengewebe gegen das Weiterfortschreiten des Processes widerstandsfähiger zu machen, und die vorhandenen Uebelstände zu bekämpfen.

Durch den verminderten Blutzufluss im kleinen Kreislauf wird die entzündliche Hyperämie beschränkt, die Secretion der Bronchialschleimhaut verringert, drohende Hämoptysis verhütet, und vielleicht auch Begünstigung der Resorption phthisisch-pneumonischer Infiltrate bewirkt. Dazu kommt noch die vermehrte Sauerstoffaufnahme und die Beförderung der Respiration, wodurch die Dyspnoë gebessert oder aufgehoben wird. Mayr und Geigel sagen von der Einathmung comprimirter Luft bei Phthisis Folgendes: „Die Circulation in den Bronchialarterien wird befördert; das früher venös hyperämische, arteriell anämische Lungenparenchym erhält unter der Einwirkung verdichteter Luft auf das Herz mehr arterielles, mehr Ernährungsblut, und der Gefahr anämischer Necrose wird entgegengewirkt.

Günstigere Erfolge erzielt diese Behandlungsmethode bei den die Phthise einleitenden Processen. So wird oft bemerkt, dass ein Lungenspitzenkatarrh, bei welchem percutorisch noch keine Veränderung im Lungengewebe nachzuweisen ist, unter der Einathmung comprimirter Luft schwindet und zuweilen sich nicht wieder einstellt; dass Husten und Auswurf beseitigt werden, und die Auscultation statt Rasseln ein vesiculäres Athmen ergiebt.

Mit demselben Erfolge wirkt die comprimirte Luft bei den Bronchopneumonien und Desquamativpneumonien (Buhl). Ihre Wirkung ist hier besonders antiphlogistisch; der Katarrh wird getilgt, die Ventilation gefördert, der Hustenreiz gemildert, die verdichtete Lungenpartie entfaltet, und die Infiltrationsheerde werden resorbirt; oft bemerkt man Schwinden oder Abnahme der Dämpfung. Dabei kommt noch in Betracht, dass die noch übrigen functionsfähigen Lungentheile kräftiger functioniren, worauf von den meisten Beobachtern das Hauptgewicht gelegt wird.

Fast alle Autoren machen jedoch darauf aufmerksam, dass man nicht einseitig handeln, sondern zugleich auch von andern, palliativen Mitteln Gebrauch machen soll. Von der gleichzeitigen Ausathmung in verdünnte Luft, die Waldenburg hier anwendet, räth Knauthe[32]) anzustehen, weil dieselbe, wie er meint, sehr leicht eine gefährliche Hämoptysis verursachen kann.

Der Grad der zu benutzenden Compression soll $^1/_{30}$—$^1/_6$ Atmosphärendruck betragen und täglich 1 bis 2 Sitzungen vorgenommen werden. Domanski[33]) wendet bei Phthisikern mit quälendem Husten und profusem Auswurf mit Terpenthinöl- oder Carbolsäuredämpfen geschwängerte, comprimirte Luft an.

Bronchitis capillaris: Bei der acuten wie bei der chronischen Bronchitis sind die Bronchen durch Schwellung der Schleimhaut und Anhäufung von Secreten verengt, der Luftzutritt zu denselben ist verhindert, es besteht Dyspnoë und ein quälender Husten. Durch die comprimirte Luft werden grosse Luftquanta in die Bronchen hineingepresst, diese nach Sommerbrodt[34]) dadurch

[32]) Knauthe, Handbuch der pneumatischen Therapie. 1876.
[33]) Berliner klin. Wochenschrift. 1875. No. 1.
[34]) Berliner klin. Wochenschrift. 1874. No. 15. 31.

erweitert, die Schleimpfröpfe ausgestossen, und den durch diese verschlossen gewesenen Bronchien freier Luftzufluss verschafft. Nach Biedert kommt dazu noch die alternirende Wirkung der comprimirten Luft auf die chronisch geschwellte und hyperämische Schleimhaut hinzu. Durch die vermehrte Sauerstoffaufnahme und Vergrösserung der Respirationsfläche wird die Dyspnoë beseitigt und das cyanotische Aussehen entfernt. Diese günstigen Resultate ergaben sich bei den zahlreichen Beobachtungen verschiedener Autoren, wie Störk[35]), Hänisch[36]) und Sommerbrodt[37]). Sie geben alle einstimmig an, dass die Heilung meistens eine habituelle radicale sei.

Wir wenden bei diesem Verfahren einen Compressionsgrad von $^1/_{80}$—$^1/_{50}$ Atmosphärendruck an und nehmen täglich 2—3 Sitzungen, je zu 30—60 Athemzügen vor. Bei chronischen Bronchialkatarrhen ist jedoch auch die Anwendung medicamentöser comprimirter Luft am Platze. Zu diesem Zwecke werden von den ätherischen Oelen und ebenso von Carbolsäurelösung (1 : 5) 5—6 Tropfen für eine Sitzung verwendet.

Asthma: Wir sprechen von dem reinen, essentiellen Asthma. Bei diesem wird durch die spastische Contraction der Muskeln der kleinen Bronchien die Passage für die Luft gehindert. Die Spannung der comprimirten Luft aber ist gross genug, um ein mässiges Respirationshinderniss zu überwinden und trotzdem eine genügende Menge Luft in die Bronchien hineinzuschaffen.[38]) Die comprimirte Luft arbeitet also direct gegen die Anfälle und sucht diese zu mildern, zu coupiren oder gänzlich zu unterdrücken.[39])

[35]) Störk, Mittheilungen über Asthma bronchiale. Stuttgart 1875.
[36]) Deutsch. Arch. für klin. Medecin. Bd. XV.
[37]) Berliner klin. Wochenschrift. 1874. No. 20. 25.
[38]) Niemeyer-Seitz, I. p. 94.
[39]) Ich möchte der comprimirten Luft ausser dieser directen noch eine indirecte Wirkung auf das Asthma zuschreiben. Weber in Halle

Sie beschränkt sich jedoch nicht auf diese directe symptomatische Wirkung, sondern kann auch bei consequenter Anwendung in den Intervallen eine Verhütung, Verminderung oder vielleicht gar eine vollständige Beseitigung der Anfälle herbeiführen. Die comprimirte Luft erweitert den Thorax, gewährt so den Inspirationsmuskeln mehr Raum zu ihrer Kraftäusserung und wirkt somit dem Respirationshinderniss entgegen. Waldenburg, Schnitzler und Hänisch sprechen sich für das Combiniren der Inspiration comprimirter mit der Exspiration in verdünnte Luft aus. Biedert lässt bei rein nervösem Asthma mit Amylinitrit (4 Tropfen für eine Sitzung) geschwängerte comprimirte Luft einathmen.

Man bedient sich einer Compression von $^1/_{30}$—$^1/_{10}$ Atmosphärendruck. Der Grad der Verdünnung zur Exspiration in verdünnte Luft wird von $^1/_{30}$—$^1/_3$ Atmosphärendruck genommen.

Stenose des Larynx und der Trachea: Hier besteht hauptsächlich ein Inspirationshinderniss. Diese Respirationsinsufficienz wird durch die comprimirte Luft compensirt, indem das, was der Luftzufluss an Strombett verliert, an Condensirung wieder gewinnt, und so dem Kranken die nöthige Luftmenge zugeführt wird. Waldenburg gelang es in vielen Fällen von Trachea- und Bronchialstenosen den Lufthunger und die Dyspnoë momentan zu beseitigen und die Tracheotomie überflüssig zu machen.

---

führt das Asthma auf eine durch Erweiterung und Füllung der Blutgefässe verursachte Schwellung der Bronchialschleimhaut zurück. Wie dem aber auch sein mag, so steht doch fest, dass asthmatische Anfälle mit Hyperämie und vermehrter Secretion verknüpft sind, die denselben vorangehen oder nachfolgen, und doch unmöglich ohne Einfluss auf diese bleiben können. Die comprimirte Luft übt einen Druck auf die Bronchialschleimhaut, comprimirt die Gefässe, verdrängt das Blut aus denselben und beschränkt die Secretion, wodurch das Bronchiallumen erweitert wird.

Croup: Der pneumatische Apparat erfreut sich bei dieser Indication keines günstigen Erfolges. Seine Anwendung ist auf den reinen Laryngcroup beschränkt, und ist auch hier nur in den seltensten Fällen von Erfolg, weil die meisten Croupkranke Kinder sind, die sich zum Gebrauch des Apparates wenig eignen.

Hämoptysis: Berücksichtigen wir die Aetiologie dieses Leidens, so finden wir die Anwendung der comprimirten Luft viel beschränkter, als sich a priori von der Wirkung derselben auf den kleinen Kreislauf erwarten lässt. Acute Fälle von Hämoptysis werden kaum jemals Objecte dieser Behandlung sein. Bei chronischen Blutungen in Folge pathologischer Entartung der Gefässe wird der Blutgehalt derselben, trotz Anwendung comprimirter Luft, noch immer ausreichen, eine Hämorrhagie zu erzeugen. Dass wir bei Hämoptoë in Folge hämorrhagischer Infarcte, die ausschliesslich, wie Cohnheim nachgewiesen hat, auf Embolien beruhen, vom pneumatischen Apparate keinen Erfolg erwarten dürfen, ist einleuchtend. Es bleiben also nur Blutungen übrig, die durch reine Stauungshyperämie entstehen. Hier sind wir im Stande, einer Hämoptysis vorzubeugen, können aber, sobald dieselbe bereits ausgebrochen ist, die klaffenden Gefässe nicht zum Verschluss bringen. Es ist sogar die Befürchtung vorhanden, die Blutung zu steigern, da die Hämoptoë oft besonders hartnäckig wird, sobald die Füllung der Gefässe eine geringere geworden ist.[40])

Asphyxie in Folge irrespirabler Gase und Medicamente, z. B. Chloroform, Kohlensäure, Kohlenoxyd[41]) oder

[40]) Niemeyer-Seitz, I. p. 150.

[41]) Bei dieser von den meisten Autoren aufgestellten Indication für die comprimirte Luft ist mir ganz unerklärlich, wie man sich die Wirkung derselben vorstellen soll, da bekanntermassen das Kohlenoxydgas CO eine innere chemische Verbindung mit dem wesentlichsten Bestandtheile der Blutkörperchen, dem Hämoglobin, eingeht, wodurch die Blutkörperchen ihre Fähigkeit, Sauerstoff aufzunehmen, verlieren.

eines Einströmens von Blut in die Bronchien bei Operationen u. s. w. Störk[42]) erzählt einen äusserst bemerkenswerthen Fall dieser Art, wo das Leben einer Operirten schon aufgegeben war und nur mittelst des Apparates erhalten wurde.

Als Surrogat für die Einathmung verdichteter Luft sind methodische, tiefe Inspirationen längst bekannt gewesen und auch neuerdings von Dührssen[43]) wieder empfohlen worden.

Die comprimirte Luft ist nach Waldenburg contraindicirt in allen denjenigen Fällen, wo hochgradiger Druck im Aortensystem, Congestionen oder Blutungen in einem ausserhalb des kleinen Kreislaufs gelegenen Organe bestehen, oder Dispositionen dazu vorhanden sind. Diese sind: Atherose der Gefässe, Neigung zu Gehirnapoplexien, apoplectischer Habitus, Magenblutungen, Nierenblutungen, profuse Hämorrhoïdalblutungen. Biedert rechnet hierher auch die Bronchiectasie.

Therapeutische Anwendung der Inspiration verdünnter Luft.

Wir haben oben schon zur Genüge erörtert, dass wir in der Einathmung verdünnter Luft ein gymnastisches Mittel für die Inspirationsmuskeln besitzen. Sie ist daher angezeigt in folgenden Krankheiten:

Zurückgebliebene Thoraxdefformitäten in Folge pleuritischer Schwarten. Hier geben wir durch Uebung und Nöthigung zu grösserem Kraftaufwand den Inspirationsmuskeln das erforderliche Kraftquantum, um die Schwarten

---

Auch die Untersuchungen von Hoppe-Seyler und Bernard haben ergeben, dass kleine Mengen Kohlenoxydgas ausreichen, um die respiratorische Fähigkeit der Blutkörperchen zu vernichten. Es lässt sich somit von einer grösseren Sauerstoffzufuhr kein Erfolg erwarten.

[42]) Sitzung der Wiener ärztlichen Gesellschaft vom 22. Jan. 1875.

[43]) Deutsche Klinik 16. 1874.

auszudehnen und den Thorax zu seinen früheren Dimensionen zurückzuführen.

Phthisischer Habitus und das Anfangsstadium der Phthise. Hier sind die Inspirationsmuskeln von Hause aus schwach. Durch unser Verfahren suchen wir die dürftigen Muskeln zu stärken, ihren Schwächezustand zu verbessern, um durch ihre kräftigere Action weite Thoraxexcursionen zu vollführen.

Nach Waldenburg, der bekanntlich die Ansicht vertritt, dass vornehmlich der Blutmangel des Lungengewebes die Disposition zur phthisischen Erkrankung bilde, kommt hier hauptsächlich noch das in Betracht, dass durch unser Verfahren die Lungengefässe reichlich mit Blut gefüllt, die Lungen besser ernährt und dadurch die Necrotisirung pneumonischer Heerde und die Verkäsung von Exsudaten beseitigt werden.

Um aber zugleich den abgeflachten Thorax zu erweitern und die Athmungskraft zu steigern, lässt Waldenburg auch comprimirte Luft einathmen. Er beginnt mit $^1/_{80}$ Atmosphärendruck, steigert die Zahl der Cylinder bis 3—4 täglich und den Atmosphärendruck bis $^1/_{60}$.

Die Einathmung verdünnter Luft ist contraindicirt bei Schwächezuständen, mangelhafter Herzaction, bei Stauungen im kleinen Kreislauf, acuten Lungenentzündungen, bei Hämoptoë oder Neigung dazu.

Therapeutische Anwendung der Ausathmung in verdünnte Luft.

Emphysem: Vergleichen wir das Wesen dieser Krankheit mit jenem der Wirkung der Exspiration in verdünnte Luft, so ist es im höchsten Grade zutreffend, wenn Waldenburg sagt, die Exspiration in verdünnte Luft sei ein Antidot gegen Emphysem. Die Lungenalveolen sind beim Emphysem erweitert und haben ihre Elasticität eingebüsst,

das Volumen der Lunge ist vergrössert und die Retractionsfähigkeit derselben vermindert; die vitale Capacität hat abgenommen, die Exspirationskraft ist gesunken; es tritt in Folge dessen Luftstagnation und Dyspnoë ein. Die Exspiration in verdünnte Luft verursacht dagegen Wiederkehr der Elasticität, Verkleinerung der Lunge, Zunahme der Retractionsfähigkeit, Vermehrung der vitalen Capacität, Hebung der Exspirationskraft, Beförderung der Lungenventilation und somit Schwinden der Dyspnoë. Von den glänzenden Wirkungen, die die Exspiration in verdünnte Luft auf das Emphysem ausübt, können wir durch alle uns zu Gebote stehenden physikalischen Untersuchungsmethoden überzeugt werden.[44])

Hanke, dem das Verdienst gebührt, das Verfahren zuerst gegen Emphysem angewandt zu haben, empfahl die Ausathmung in verdünnte Luft als ein radicales Mittel gegen Emphysem, und seine Empfehlung wurde von allen Autoren bestätigt. So sagt Rose[45]) von unserer Methode: „Die pneumatische Methode wirkt mit einer solchen Sicherheit, dass sie einen mathematischen Ausdruck gestattet, wie das physikalische Gesetz selbst, auf welchem sie beruht.“ Selbstverständlich hat die Ausathmung in verdünnte Luft eine curative Wirkung auf das Emphysem, so lange noch keine Rarefaction der Lunge, keine starre Dilatition des Brustkorbes sich eingestellt hat, was Knauthe[46]) mit folgenden Worten ausspricht: „Die Exspirationen in verdünnte Luft wirken nicht auf die pathologisch anatomischen, sondern nur auf die physikalischen Veränderungen emphysematöser Lungen curativ.“ Es werden $^1/_{60}$—$^1/_{25}$ Atmo-

[44]) Hänisch zeigte mittelst der stethographischen Methode, dass durch Einathmen verdünnter Luft die Respirationscurve sich allmälig der normalen nähere. (Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. XIV. p. 445).

[45]) Treatment of diseases of respiration and circulation by the pneumatic method. New-York med. record. 28. August 1875.

[46]) Handbuch der pneumatischen Therapie. p. 243.

sphärendruck angewandt und täglich 1—2 Sitzungen zu je 50—100 Athemzügen vorgenommen.

Besteht zugleich Bronchitis, hochgradige Dispnoë oder Asthma, so ist nach Waldenburg bei den zwei ersteren die Einathmung comprimirter Luft von $^1/_{60}$ Athmosphärendruck der Ausathmung in verdünnte Luft vorauszuschicken, bei Asthma jedoch während der Anfälle zu gebrauchen.

Bronchitis: Nach den Behauptungen von Waldenburg, Hänisch und Sommerbrodt[47]) wirkt die Ausathmung in verdünnte Luft als ein kräftiges Expectorans; die Kranken werden von heftigem Husten befallen und entleeren copiöse Mengen Schleim. Als Erklärung dafür giebt Waldenburg an, dass beim Passiren von grossen Luftmassen durch die kleinen und grossen Bronchien das Secret derselben gelockert und fortgerissen wird.

Bei mit Dyspnoë behafteten oder schwächlichen Personen ist von der Behandlung abzustehen, weil sie während derselben von quälendem Husten und hochgradiger Dyspnoë befallen werden.

Asthma: Ist dasselbe mit Bronchitis und Emphysem verbunden, dann ist die günstige Wirkung der Exspiration in verdünnte Luft auf dasselbe von vornherein klar; aber selbst beim rein idiopathischen Asthma will Riegel[48]) eine bemerkbare Abnahme der Heftigkeit und Frequenz der Anfälle durch diese Methode erzielt haben.

Croup: Bei Riegel[49]) bewährte sich die Exspiration in verdünnte Luft, vorzüglich wenn sie mit der Gerhardt'schen[50]) Methode combinirt war, als ein ausserordentlich wirksames Mittel zur Herausbeförderung der croupösen Gerinnsel. Die Erklärung ist sehr einfach: Die Luft strömt mit grosser Kraft aus dem Thorax und hat zugleich einen erheb-

[47]) Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. XV.
[48]) Ziemssen, Bd. IV. 1. p. 352.
[49]) Daselbst.
[50]) Siehe weiter unten.

lich schwächeren Widerstand zu überwinden; sie wird daher mit äusserst heftiger Gewalt ausgestossen werden und die Pseudomembranen von ihrem Boden lostrennen und mit sich forttreiben. Hanke[51]) giebt zu diesem Zwecke seine pneumatische Wanne an, die nach ihm von grossem Nutzen sein soll. Als Ersatzmittel für die Ausathmung in verdünnte Luft ist die Gerhardt'sche[52]) Methode anzuführen. Diese besteht darin, dass die Exspiration durch Druck auf Brust und Abdomen unterstützt wird. Sie wird etwa 20 bis 30 Mal hintereinander vorgenommen.

Das, was wir oben von den Contraindicationen der Einathmung verdünnter Luft gesagt haben, gilt im Grossen und Ganzen anch für die Ausathmung in dieselbe.

---

[51]) Anzeiger der K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien. N. 14. 16.
[52]) Berlin. klin. Wochenschrift. 1873. N. 3.

THESEN.

I. Es giebt keine trophischen Nerven.

II. Der Eiter als Eiter wird nie resorbirt.

III. Der anämische Zustand der Lunge ist als Hauptmoment der Phthise anzusehen.

Der Verfasser, Benjamin Idelsohn, am 13. September 1852 zu Keidany im Gouvernement Kowno in Russland geboren, mosaischer Religion, erhielt seine Vorbildung in seinem Vaterlande. Am 11. November 1874 bezog er die Königliche Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Curse und Kliniken der Herren Bardeleben, Bose, Braun, du Boys-Reymond, Fasbender, Frerichs, Guttmann, Hartmann, Helmholtz, Henoch, Hofmann, Jacobsohn, v. Langenbeck, Lewin, Liebreich, Litten, Munk, Orth, Reichert, Simon, Schweigger, Schroeder, Schilling, Sell, Senator, Steinauer, Virchow, Westphal. Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, sagt Verfasser seinen aufrichtigen Dank.